

PATENT

Atty. Docket No. 784-55 (SI-19535)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS: Dong-Sun LIM, et al. **EXAMINER:** Not Yet Assigned

SERIAL NO.: Not Yet Assigned **GROUP ART UNIT:** Not Yet Assigned

FILED: Concurrent herewith **DATED:** September 17, 2003

FOR: **ADAPTIVE HYBRIDE AUTOMATIC
REPEAT REQUEST METHOD AND APPARATUS**

Mail Stop PATENT APPLICATION

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Attached is a certified copy of Korean Appln. No. 2002-56314 filed on September 17, 2002 from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,



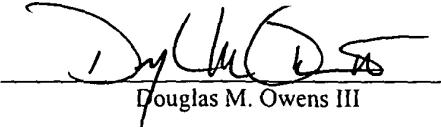
Paul J. Farrell
Reg. No. 33,494
Attorney for Applicants

DILWORTH & BARRESE, LLP
333 Earle Ovington Blvd.
Uniondale, NY 11553
(516) 228-8484

CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. § 1.10

I hereby certify that this correspondence and the documents referred to as enclosed are being deposited with the United States Postal Service on date below in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee" Mail Label Number EV 333230472US addressed to: Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Dated: September 17, 2003



Douglas M. Owens III

**KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

Application Number: Patent Application No. 2002-56314

Date of Application: 17 September 2002

Applicant(s): Samsung Electronics Co., Ltd.

28 May 2003

COMMISSIONER

1020020056314

2003/5/29

[Document Name] Patent Application
[Application Type] Patent
[Receiver] Commissioner
[Reference No.] 0006
[Filing Date] 2003.09.17
[IPC] H04L
[Title] Adaptive hybrid ARQ method and method of transmitting and receiving data in system employing the same

[Applicant]

[Name] Samsung Electronics Co., Ltd.
[Applicant code] 1-1998-104271-3

[Attorney]

[Name] Young-pil Lee
[Attorney's code] 9-1998-000334-6
[General Power of Attorney Registration No.] 1999-009556-9

[Attorney]

[Name] Hae-young Lee
[Attorney's code] 9-1999-000227-4
[General Power of Attorney Registration No.] 2000-002816-9

[Inventor]

[Name] LIM, Dong Sun
[I.D. No.] 760619-1624614
[Zip Code] 430-010
[Address] 922-15 Anyang-dong, Manan-gu, Anyang-city, Kyungki-do
[Nationality] Republic of Korea

[Inventor]

[Name] KANG, Chung Gu
[I.D. No.] 621212-1009519
[Zip Code] 136-701
[Address] 405, College of Engineering, Korea University, 1, 5-ga, Anam-dong,
Seongbuk-gu, Seoul
[Nationality] Republic of Korea

1020020056314

2003/5/29

[Inventor]

[Name]	YUN, Sang Boh
[I.D. No.]	650119-1030347
[Zip Code]	463-901
[Address]	1003-401 Samsung Apt., Imae-dong, Bundang-gu, Seongnam-city, Kyungki-do
[Nationality]	Republic of Korea

[Request for Examination] Requested

[Application Order] We respectively submit an application according to Art. 42 of the Patent Law and request and examination according to Art. 60 of the Patent Law, as Above.

Attorney Young-pil Lee
Attorney Hae-young Lee

[Fee]

[Basic page]	20 Sheet(s)	29,000 won
[Additional page]	0 Sheet(s)	9,000 won
[Priority claiming fee]	0 Case(s)	0 won
[Examination fee]	14 Claim(s)	557,000 won
[Total]	595,000 Won	

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings)_1 copy

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0056314
Application Number

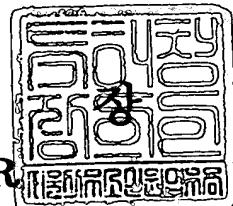
출원년월일 : 2002년 09월 17일
Date of Application
SEP 17, 2002

출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003년 05월 28일

특허청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2002.09.17
【국제특허분류】	H04L
【발명의 명칭】	적응적 하이브리드 ARQ 방법 및 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 송수신방법
【발명의 영문명칭】	Adaptive hybrid ARQ method and method of transmitting and receiving data in system employing the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	임동선
【성명의 영문표기】	LIM, Dong Sun
【주민등록번호】	760619-1624614
【우편번호】	430-010
【주소】	경기도 안양시 만안구 만양동 922-15
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강충구
【성명의 영문표기】	KANG, Chung Gu
【주민등록번호】	621212-1009519
【우편번호】	136-701

1020020056314

출력 일자: 2003/5/29

【주소】

서울특별시 성북구 성북동 고려대학교 공과대학 공학관
405호

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

윤상보

【성명의 영문표기】

YUN, Sang Boh

【주민등록번호】

650119-1030347

【우편번호】

463-901

【주소】

경기도 성남시 분당구 이매동 삼성아파트 1003동 401호

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정
에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이영필 (인) 대리인

이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 9 면 9,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 14 항 557,000 원

【합계】 595,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

오류정정 실패 프레임의 오류정도를 이용한 적응적 하이브리드 ARQ 방법 및 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 송수신방법이 제공된다. 적응적 하이브리드 ARQ 방법은 (a) 소정의 초기 부호화율로 채널부호화된 데이터비트와 패리티비트로 이루 어지는 데이터 프레임을 송신하는 단계, (b) 데이터 프레임을 수신하여 채널복호화하고, 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하는 경우 오류를 정정하는 단계, (c) 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하지 않거나, 오류가 정정된 경우 ACK 메시지를 송신단으로 전송하는 단계, (d) 채널복호화된 데이터 프레임의 오류가 정정되지 않은 경우 해당 프레임의 오류정도를 측정하고, 측정된 오류정도를 부가한 NACK 메시지를 송신단으로 전송하는 단계, (e) NACK 메시지에 부가된 오류정도에 따라 결정된 패리티 수준에 해당하는 패리티 비트를 채널부호화하여 생성된 패리티 프레임을 재전송하는 단계, 및 (f) 재전송된 패리티 비트와 오류정정 실패한 데이터 프레임의 데이터비트를 결합하여 채널복호화 및 오류정정을 수행하는 단계로 이루어진다. 이에 따르면, 채널환경, 보장받고자 하는 재전송 성공확률 및 수율 등을 고려하여 패리티 프레임의 패리티 비트수와 부호화율을 적응적으로 조절할 수 있으므로 전송 지연을 최소화시킬 수 있다.

【대표도】

도 2

【명세서】**【발명의 명칭】**

적응적 하이브리드 A R Q 방법 및 적응적 하이브리드 A R Q 시스템에 있어서 데이터 송수신방법 {Adaptive hybrid ARQ method and method of transmitting and receiving data in system employing the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 하이브리드 타입-II ARQ 방식의 개념을 설명하는 도면,

도 2는 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법의 개념을 설명하는 도면,

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 시스템의 구성을 나타내는 블럭도,

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 송신방법을 설명하는 흐름도,

도 5은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 수신방법을 설명하는 흐름도,

도 6은 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 적용하는 경우, 부호화율에 따른 재전송 성공확률을 나타내는 그래프,

도 7은 SNR에 따른 신뢰도의 분포를 나타내는 그래프,

도 8은 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 적용하는 경우, 전송 성공

확률과 전송 횟수와의 관계를 보여주는 그래프,

도 9는 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 적용하는 경우와 일반적인 하이브리드 타입-II ARQ 방식을 적용하는 경우, SNR과 평균전송횟수의 관계를 비교한 그래프, 및

도 10은 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 적용하는 경우와 일반적인 하이브리드 타입-II ARQ 방식을 적용하는 경우, SNR과 평균수율과의 관계를 비교한 그림이다.

*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

210,310 ... 송신장치 230,330 ... 수신장치

311 ... 채널부호화부 312,337 ... 송신부

313,331 ... 수신부 314 ... 오류정도 해석부

315 ... 패리티 수준 결정부 332 ... 채널복호화부

333 ... 오류정정부 334 ... 오류정도 측정부

335 ... 저장부 336 ... NACK 메시지 생성부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<18> 본 발명은 하이브리드 자동재전송요구(Automatic Repeat reQuest, 이하 ARQ라 약함) 시스템에 관한 것으로서, 특히 수신단에서 오류정정이 실패한 프레임의 오류정도를 측정하고, 송신단에서는 오류정도에 따른 패리티 비트를 재전송함으로써 전송 지연을 최소화시킬 수 있는 적응적 하이브리드 ARQ 방법 및 이를 적용한 시스템에 있어서 데이터 송수신방법에 관한 것이다.

<19> 하이브리드 ARQ 시스템은 수신 신호의 오류발생시 이를 검출하여 송신단으로

재전송을 요구하는 일반적인 ARQ 방식과, 채널의 열화를 극복하기 위한 FEC(Foward Error Correction) 채널부호화 기법을 결합한 것으로서, 시변채널에서 무선통신시스템의 수율 향상을 목표로 하는 시스템이다. 하이브리드 ARQ 시스템에는 타입-I, 타입-II 및 타입-III의 세가지 형태가 있는데, 그 중 타입-II ARQ 방식은 타입-I ARQ 방식의 단점을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 동적 비트 오류율을 갖는 채널에 대해 채널 상태에 따라 적응적으로 ARQ를 적용한다.

<20> 타입-II ARQ 방식에서는 두개의 코드가 사용되는데, 먼저 하나의 코드는 메시지 비트(k)를 (n,k) 오류검출부호(C_0)를 적용하여 n 비트의 코드워드(D)를 형성하고, 다른 하나의 코드는 패리티 비트(k)를 $(2k,k)$ 의 오류검출 및 정정부호(C_1)를 적용하여 $2k$ 비트의 패리티블럭($P(D)$)를 생성한다. 이와 같이 두개의 부호(C_0, C_1)을 통해 각각 생성된 코드워드(D)와 패리티블럭($P(D)$)을 이용하여 새로운 코드워드($F=(D, P(D))$)를 생성한다. 새롭게 생성된 코드워드(F)에서 먼저 D 블럭을 전송하고, 수신측에서 오류검출부호(C_0)를 이용하여 오류를 검출하게 되면 수신된 D 블럭을 버퍼에 저장한 후, 송신측에 재전송을 요청한다. 이 요청에 따라 송신측은 $P(D)$ 패리티블럭만을 재전송하며, 수신측에서는 신드롬을 계산하여 오류가 검출되지 않으면 이를 이용하여 코드워드(D)를 복구할 수 있다. 그러나, 오류가 검출되면 버퍼에 저장되어 있는 D 와 $P(D)$ 를 이용하여 오류검출 및 정정부호(C_1)을 통해 오류를 정정한다. 만일 이와 같은 두 단계에 걸친 오류정정이 실패할 경우에는 버퍼에 저장되어 있는 D 를 폐기하고 대신 $P(D)$ 를 버퍼에 저장한 후, 송신측에 재전송을 요청한다. 재전송을 요청받은 송신측에서는 이번에는 $P(D)$ 대신 D 를 재전송하여 상기의 오류검출 및 정정과정을 반복한다. 이러한 과정을 D 블럭이 오류없이

수신되었거나, 또는 오류가 검출되었더라도 성공적으로 오류를 정정할 수 있는 코드워드를 수신할 때까지 반복한다.

<21> 이와 같은 하이브리드 타입-II ARQ 방식의 일예를 도 1을 참조하여 도식적으로 설명하자면, 송신장치(110)에서는 최초 전송시에 부호화율이 높은 부호를 이용하여 생성한 패리티 비트(121)와 데이터비트(122)로 이루어지는 데이터 프레임을 전송하고, 수신장치(130)에서는 데이터 프레임을 수신하여 채널복호화를 수행한다. 수신장치(130)에서는 채널복호화가 실패하면 NACK(Negative ACKnowledgement) 메시지(123)를 송신장치(110)로 전송하고, 송신장치(110)에서는 NACK 메시지를 수신한 경우 초기 부호화율보다 낮은 부호화율의 부호로 만든 패리티비트(124)로 이루어지는 패리티 프레임을 전송한다. 수신장치(130)에서는 전송된 패리티비트(124)를 이용하여 이전 메시지에 생긴 오류를 정정하고, 정정이 성공하면 ACK 메시지를, 정정이 실패하면 NACK 메시지(125)를 송신장치(110)로 전송한다. 송신장치(110)에서는 NACK 메시지를 수신한 경우 이전 부호화율보다 낮은 부호화율의 부호로 만든 패리티비트(126)로 이루어지는 패리티 프레임을 전송한다. 수신장치(130)에서는 전송된 패리티(126)를 이용하여 이전 메시지에 생긴 오류를 정정하고, 정정이 성공하면 ACK 메시지(127)를 송신장치(110)로 전송한다.

<22> 이러한 방법은 이전에 전송된 프레임의 메시지 비트를 재활용함으로써 수율 성능의 개선을 도모할 수 있으나, 프레임 전송에 실패할 경우 단계별로 부호화율을 낮추어서 패리티 비트를 전송함으로 인하여 전송지연(TD1)이 길어지는 단점이 있다. 궁극적으로, 전송지연이 길어짐으로써 음성과 같은 실시간 데이터에 대한 전송시간 제한을 충족시켜 주지 못하게 될 뿐 아니라, 여러번의 재전송 동안 전송버퍼 및 수신버퍼에 데이터가 저장되어야 하므로 버퍼 오버플로우를 초래하는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <23> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 수신단에서 오류정정에 실패한 프레임의 오류정도를 측정하여 NACK 메시지에 부가하여 송신단으로 전송하고, 송신단에서는 오류정도에 따른 패리티 비트를 생성하여 재전송함으로써 전송 지연을 최소화시킬 수 있는 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 제공하는데 있다.
- <24> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 수신단으로부터 전송되는 NACK 메시지에 부가된 오류정도에 따른 패리티 비트를 생성하여 재전송하는 데이터 송신방법을 제공하는데 있다.
- <25> 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 송신단으로부터 전송되는 데이터 프레임의 채널복호화 결과, 오류정정에 실패한 프레임의 오류정도를 측정하여 NACK 메시지와 함께 송신단으로 전송하는 데이터 수신방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <26> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법은 (a) 소정의 초기 부호화율로 채널부호화된 데이터비트와 패리티비트로 이루어지는 데이터 프레임을 송신하는 단계; (b) 상기 데이터 프레임을 수신하여 채널복호화하고, 상기 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하는 경우 오류를 정정하는 단계; (c) 상기 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하지 않거나, 오류가 정정된 경우 ACK 메시지를 송신단으로 전송하는 단계; (d) 상기 채널복호화된 데이터 프레임의 오류가 정정되지 않은 경우 해당 프레임의 오류정도를 측정하고, 측정된 오류정도를 부가한 NACK

메시지를 상기 송신단으로 전송하는 단계; (e) 상기 NACK 메시지에 부가된 오류정도에 따라 결정된 패리티 수준에 해당하는 패리티 비트를 채널부호화하여 생성된 패리티 프레임을 재전송하는 단계; 및 (f) 상기 재전송된 패리티 비트와 오류정정 실패한 데이터 프레임의 데이터비트를 결합하여 채널복호화 및 오류정정을 수행하는 단계를 포함한다.

<27> 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 송신방법은 (a) 소정의 초기 부호화율로 채널부호화된 데이터비트와 패리티비트로 이루어지는 데이터 프레임을 송신하는 단계; 및 (b) 수신단으로부터 전송된 NACK 메시지에 부가된 오류정도에 따라 결정된 패리티 수준에 해당하는 패리티 비트를 채널부호화하여 생성된 패리티 프레임을 재전송하는 단계를 포함한다.

<28> 특히, 상기 데이터 송신방법은 (c) 상기 NACK 메시지에 부가되어 상기 송신단으로 전송되는 오류정도를 소정 시간 동안 모니터링하여 채널환경을 예측하는 단계; 및 (d) 상기 예측된 채널환경을 고려하여 상기 초기 부호화율을 조정하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<29> 상기 또 다른 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 수신방법은 (a) 송신단으로부터 전송되는 데이터 프레임을 수신하여 채널복호화하고, 상기 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하는 경우 오류를 정정하는 단계; (b) 상기 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하지 않거나, 오류가 정정된 경우 ACK 메시지를 상기 송신단으로 전송하는 단계; (c) 상기 채널복호화된 데이터 프레임의 오류가 정정되지 않은 경우 해당 프레임의 오류정도를 측정하고, 측정된 오류정도를 부가한 NACK 메시지를 상기 송신단으로 전송하는 단계; 및 (d) 상기 NACK 메시지에 대응하여 상기 송신단으로부터 재전송된 패리티 비트와 오류정정 실

패한 데이터 프레임의 데이터비트를 결합하여 채널복호화 및 오류정정을 수행하는 단계를 포함한다.

<30> 이어서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

<31> 먼저, 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법의 개념을 설명하면 다음과 같다.

<32> 도 2에 있어서, 송신장치(210)에서는 최초 전송시에 부호화율이 높은 부호를 이용하여 채널부호화하여 생성한 패리티 비트(221)와 데이터비트(222)를 포함하는 데이터 프레임을 전송하고, 수신장치(230)에서는 이들을 수신하여 채널복호화를 수행한다. 수신장치(230)에서는 채널복호화시 오류가 발생된 경우 오류정정에 실패하면 오류정정 실패프레임의 오류 정도를 측정하고, 측정된 오류정도(D)가 부가된 NACK 메시지(223)를 송신장치(210)로 전송한다. 송신장치(210)에서는 NACK 메시지(223)를 수신한 경우 NACK 메시지(223)로부터 오류정도(D)를 해석하여, 오류정도(D)에 따라 결정된 부호화율의 부호로 만든 패리티 프레임(225)을 전송한다. 수신장치(230)에서는 전송된 패리티 프레임(225)을 이용하여 이전 오류정정 실패프레임의 데이터 비트에 생긴 오류를 정정하고, 정정이 성공하면 ACK 메시지를 송신장치(210)로 전송하고, 정정이 실패하면 재차 오류정도(D)를 측정하고, 측정된 오류정도(D)가 부가된 NACK 메시지(223)를 송신장치(210)로 전송하는 과정을 반복적으로 수행한다.

<33> 이와 같은 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 사용할 경우 일반적인 AWGN(Additive White Gaussian Noise) 채널환경에서 재전송 횟수를 거의 1회 이하로 보장할 수 있으므로

로 전송지연(TD2)은 도 1에 도시된 일반적인 하이브리드 타입-II ARQ 방식에서 발생되는 전송지연(TD1)에 비하여 현저하게 감소될 수 있다.

<34> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 시스템의 구성을 나타내는 블럭도로서, 송신장치(310)는 채널부호화부(311), 송신부(312), 수신부(313), 오류정도 해석부(314) 및 패리티 수준결정부(315)를 포함하여 이루어지고, 수신장치(330)는 수신부(331), 채널 복호화부(332), 오류정정부(333), 오류정도 측정부(334), 저장부(335) 및 NACK 메시지 생성부(336)를 포함하여 이루어진다.

<35> 송신장치(310)에 있어서, 채널부호화부(311)는 LDPC(Low Density Parity Check) 부호, 터보(Turbo) 부호 또는 길쌈(Convolutional) 부호와 같은 소프트 출력 반복복호(Soft output iterative decoding)가 가능한 부호를 이용하여 초기 부호화율로 데이터비트 및 패리티 비트를 포함하는 데이터 프레임을 채널부호화하거나, 후술할 패리티 수준결정부(315)에서 결정된 패리티 수준의 패리티비트를 포함하는 패리티 프레임을 채널부호화한다.

<36> 송신부(312)는 전송버퍼(미도시)를 구비하며, 채널부호화부(311)에서 채널부호화된 데이터 프레임 또는 패리티 프레임을 해당 프레임에 대한 헤더정보를 부가하여 AWGN 채널을 통해 수신장치(330)로 전송한다.

<37> 수신부(313)는 수신장치(330)로부터 전송되는 ACK 메시지 또는 NACK 메시지를 수신하고, ACK 메시지를 수신한 경우 이에 대한 정보를 채널 부호화부(311)로 전달하고, NACK 메시지를 수신한 경우 NACK 메시지를 오류정도 해석부(314)로 전송한다. 오류정도 해석부(314)는 수신부(313)로부터 전송된 NACK 메시지로부터 오류정도를 추출하여 해석한다.

<38> 패리티 수준결정부(315)는 미리 오류정도와 패리티 수준을 매핑한 테이블을 저장하고 있으며, 오류정도 해석부(314)에서 해석된 오류정도에 따른 패리티(FEC) 수준을 결정하여 채널 부호화부(311)로 제공한다. 매핑 테이블에 사용된 FEC 수준의 일례는 다음 표 1과 같다.

<39> 【표 1】

FEC 수준	패리티 비트수	LDPC 부호
FEC-1	250	(750,500,3)
FEC-2	500	(1000,500,3)
FEC-3	1,000	(1500,500,3)
FEC-4	1,000*2	(1500,500,3)
FEC-5	1,000*4	(1500,500,3)

<40> 상기 표 1에 도시된 매핑 테이블은 초기 전송시 데이터가 (625,500,3) LDPC 부호 즉, 부호화율(R_c) 4/5로 부호화된 예로서, FEC 수준이 높아짐에 따라 패리티 비트의 수가 두배로 증가하고, 특히 FEC-4 및 FEC-5에서는 각각 (1500,500,5)으로 만들어진 패리티 1000 비트 2개와 4개가 전송된다. 이는 오류정정능력을 넘는 오류가 발생한 경우 여러개의 패리티 비트를 동시에 전달해 줌으로써 재전송지연을 최소화시키기 위한 것이다. 도 6은 오류정도(R)에 따라서 각 FEC 수준의 패리티에 의한 재전송 성공확률을 나타낸 그래프로서, 오류정도(R)가 감소할수록 더 강력한 패리티가 필요함을 알 수 있다.

<41> 한편, 수신장치(330)에 있어서, 수신부(331)는 수신버퍼(미도시)를 구비하며, AWGN 채널을 통해 송신장치(310)로부터 데이터 프레임 또는 패리티 프레임을 수신한다.

<42> 채널 복호화부(332)는 수신부(331)에서 데이터 프레임을 수신한 경우, 송신장치(310)에서 사용된 채널 부호를 이용하여 데이터 프레임의 데이터 비트를 복호화한다. 한

편, 채널 복호화부(332)는 수신부(331)에서 패리티 프레임을 수신한 경우 이전 오류정정 실패 프레임의 데이터 비트와 결합하여 채널복호화를 수행한다.

<43> 오류정정부(333)에서는 채널복호화부(332)에서 채널복호화된 데이터 비트의 신드롬을 검사하여 오류가 발생하였는지를 판단하고, 오류가 발생된 경우 데이터 프레임의 패리티 비트를 이용하여 복호화된 데이터비트의 오류정정을 수행하고, 오류정정 성공여부를 판단한다. 판단결과, 오류정정이 성공한 경우 또는 채널복호화된 데이터 비트에 오류가 발생되지 않은 경우 ACK 메시지를 생성하여 송신부(337)를 통해 송신장치(310)로 전송한다.

<44> 한편, 오류정정부(333)에서 오류정정이 실패한 것으로 판단될 경우 오류정도 측정부(334)는 오류정정이 실패한 데이터 프레임의 오류정도(R)를 측정하는데, 일실시예에서 LDPC 부호를 사용한 경우 사후확률(posterior probability)값을 이용한다. 이를 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.

<45> LDPC 부호에서는 반복복호과정이 진행될수록 각 비트의 신뢰도가 향상되는 소프트 복호 알고리즘을 사용하는데, 복호과정이 진행될수록 사후확률값은 점차 '1' 또는 '0'으로 이동한다. 따라서, 수신측은 사후확률값이 '0.5'에 가까울수록 불확실성이 높아지고 해당 비트에 대한 신뢰도가 떨어진다고 볼 수 있다. 이러한 개념에 따라서 i번째 프레임의 오류정도 즉, 신뢰도(R_i)를 다음 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

<46>

$$R_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k |0.5 - P_{ij}|$$

【수학식 1】

<47> 상기 수학식 1에 있어서, k 는 메시지 비트의 길이이며, P_{ij} 는 i 번째 프레임 중 j 번째 메시지 비트의 사후확률값이다. 상기 수학식 1에 따르면 R_i 는 $0 \leq R_i \leq 0.5$ 를 만족 하며, R_i 의 값이 클수록 해당 프레임의 메시지 비트는 신뢰도가 높은 것으로 판단된다. AWGN 채널에서 신뢰도(R) 값의 분포는 도 7에 도시된 바와 같이 SNR 값이 감소할수록 R 값의 평균값이 감소하는 것을 알 수 있다. 도 7에 도시된 그래프는 부호화율 (625, 500, 3)로 30 회의 반복복호를 수행한 경우를 예로 든 것이다.

<48> 저장부(335)는 오류정정이 실패한 데이터 프레임의 메시지 비트를 사후확률값을 대응시켜 저장한 다음, 이후 수신부(331)에서 송신장치(310)로부터 패리티 프레임을 수신하면 채널복호화부(332)로 제공한다.

<49> NACK 메시지 생성부(336)는 오류정도 측정부(334)에서 측정된 오류정도를 부가한 NACK 메시지를 생성하여 송신부(337)를 통해 송신장치(310)로 전달한다.

<50> 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 송신방법을 설명하는 흐름도로서, 도 3 을 결부시켜 설명하기로 한다.

<51> 도 4를 참조하면, 41 단계 및 42 단계에서는 LDPC 부호, 터보 부호 또는 길쌈 부호 와 같은 소프트 출력 반복복호가 가능한 부호를 이용하여 초기 부호화율로 데이터 비트 및 패리티 비트를 포함하는 데이터 프레임을 채널부호화하고, 43 단계에서는 AWGN 채널 을 통해 데이터 프레임을 수신단으로 전송한다.

<52> 44 단계에서는 수신단으로부터 NACK 메시지가 수신되었는지를 판단하는데, NACK 메 시지가 수신되지 않은 경우, 즉 ACK 메시지가 수신된 경우 다음번째 데이터 프레임을 수

신단으로 전송한다(43 단계). 한편, 상기 44 단계에서 NACK 메시지가 수신된 것으로 판단된 경우, 45 단계에서는 NACK 메시지에 부가된 오류정도를 추출하여 해석한다.

<53> 46 단계에서는 상기 45 단계에서 해석된 오류정도에 따라서 패리티 수준을 결정하고, 결정된 패리티 수준에 따라서 패리티 프레임을 채널부호화하고, 해당 패리티 프레임을 수신단으로 전송한다(47 단계). 상기 46 단계에서 오류정도에 따른 패리티 수준을 결정하기 위해서는 보장되어야 할 전송지연시간과 수율을 고려하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 음성과 같이 짧은 전송지연이 보장되어야 하는 트래픽의 경우에는 두번째 재전송에서 반드시 오류를 정정해야 하므로, 높은 오류정정확률, 예를 들면 1~0.9의 재전송 성공확률을 갖도록 매핑하는 것이 바람직하다. 그러나, 이러한 경우 실제 발생한 오류를 정정하는데 필요한 패리티보다 더 강력한 패리티가 전달될 수 있는 가능성이 커지며, 이는 과부하로 작용할 수 있다. 이에 따라서 수율을 고려해야 하는 트래픽의 경우 비교적 낮은 오류정정확률로 매핑하는 것이 바람직하다.

<54> 한편, 수신장치(330)로부터 전송되는 NACK 메시지에 부가된 오류정도를 소정 시간 동안 모니터링하여 채널환경을 예측할 수 있고, 예측된 채널환경을 고려하여 초기 부호화율을 조정할 수 있다.

<55> 도 5은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 수신방법을 설명하는 흐름도로서, 도 3을 결부시켜 설명하기로 한다.

<56> 도 5를 참조하면, 51 단계에서는 수신부(331)에서 전송채널을 통해 송신장치(310)로부터 프레임을 수신하고, 52 단계에서는 헤더정보로부터 프레임의 종류를 판단한다.

<57> 52 단계에서의 판단결과, 프레임의 종류가 데이터 프레임인 경우에는 55 단계로 진행하고, 패리티 프레임인 경우에는 53 단계에서 저장부(335)에 저장되어 있는 오류정정 실패 데이터비트를 로드하고, 수신된 패리티 프레임의 패리티 비트와 결합시킨다(54 단계).

<58> 55 단계에서는 채널복호화부(332) 및 오류정정부(333)에서 51 단계에서 수신된 데이터 프레임 또는 54 단계에서 결합된 데이터비트와 패리티비트를 이용하여 채널복호화 및/또는 오류정정을 수행하고, 56 단계에서는 오류정정이 성공하였는지를 판단한다.

<59> 56 단계에서의 판단결과, 오류정정이 성공한 경우에는 오류정정부(333)에서 ACK 메시지를 생성하여 송신부(337)를 통해 송신장치(310)로 전송하고(57 단계), 오류정정이 실패한 경우에는 오류정도 측정부(334)에서 상기 수학식 1에 따라서 오류정도를 측정하고(58 단계), NACK 메시지 생성부(336)에서 측정된 오류정도를 부가한 NACK 메시지를 생성하여 송신부(337)를 통해 송신장치(310)로 전송한다(59 단계).

<60> 60 단계에서는 오류정정 실패 데이터 프레임의 데이터비트를 저장부(335)에 저장해 두고, 이후 송신장치(310)로부터 해당하는 패리티 프레임이 전송되면 채널복호화부(332)로 제공한다.

<61> 다음, 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법과 일반적인 하이브리드 타입-II ARQ 방식의 성능을 도 9 및 도 10을 참조하여 비교하면 다음과 같다. 도 9 및 도 10에 도시된 그래프는 AWGN 채널환경에서 LDPC를 이용하고 30회의 반복복호를 행한 경우에 대하여 시뮬레이션한 결과를 예로 든 것이다.

<62> 도 9는 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 적용하여 재전송 성공확률 50%(R50), 70%(R70), 95%(R95)로 설정한 경우와 기존의 하이브리드 타입-II ARQ 방식 (HARQ2)을 적용하는 경우, SNR과 평균전송횟수의 관계를 비교한 그래프로서, HARQ2의 경우에는 채널환경이 나빠질수록 즉, SNR 값이 낮아질수록 프레임당 평균전송횟수가 지속적으로 증가함으로 알 수 있다. 반면, 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 적용하는 경우, 재전송 성공확률에는 상관없이 두번째 전송에서 대부분의 오류가 정정됨을 알 수 있다. 특히, 도 6 및 도 8에서 오류정도와 패리티 수준의 매핑시 두번째 전송 성공확률을 95%(95R)로 설정한 경우에는 두번째 전송 즉, 재전송에서 평균 98% 이상 오류를 정정하였음을 확인할 수 있고, 수율을 고려하여 두번째 전송성공확률을 70%(R70) 또는 50%(R50)로 설정한 경우에도 평균 85% 이상 오류를 정정하였음을 확인할 수 있다. 이와 같이 높은 재전송 성공확률을 기준으로 한 오류정도와 패리티 수준의 매핑을 통해 음성트래픽과 같이 전송지연에 민감한 서비스의 경우 오류가 발생하더라도 최대한 빠른 시간내에 오류정정이 가능하게 된다.

<63> 도 10은 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ 방법을 적용하여 재전송 성공확률 50%(R50), 70%(R70), 95%(R95)로 설정한 경우와 기존의 하이브리드 타입-II ARQ 방식 (HARQ2)을 적용하는 경우, SNR과 평균수율 성능과의 관계를 비교한 그래프이다. 도 10을 참조하면, 채널상태가 좋을 경우 즉 SNR 값이 클 경우에는 큰 차이가 없으나, 채널환경이 나빠지면 HARQ2에서 프레임당 전송횟수가 증가하게 되어 최초 전송에서 발생한 오류를 정정할 수 있는 패리티수준까지 도달하는 과정에서 전송된 패리티비트가 과부하로 동작되어 수율이 저하되는 반면, 본 발명에 따른 적응적 하이브리드 ARQ방법을 적용한 세가지 경우 즉, R50, R75, R90의 경우 수율이 더 좋아짐을 알 수 있다. 일반적인 데이

터 트래픽의 경우 재전송 성공확률 뿐만 아니라 수율성능을 고려하는 것이 바람직하므로 낮은 재전송 성공확률을 기준으로 한 오류정도와 패리티 수준의 매핑을 통해 과중한 패리티가 전송될 확률을 줄일 수 있다.

【발명의 효과】

<64> 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서, 수신단에서는 복호화과정을 통해 생성되는 메시지 비트의 사후확률값을 이용하여 메시지비트의 오류정도를 측정한 다음, 측정된 오류정도를 부가하여 NACK 메시지를 송신단으로 전달하고, 송신단에서는 NACK 메시지에 포함된 메시지 비트의 오류정도에 따라 패리티 수준을 결정하고, 이에 따라 채널부호화된 패리티 프레임을 수신단으로 전송함으로써, 채널환경이 열악하거나 채널환경이 급격하게 변하여 통신채널의 상태를 예측하기 힘든 경우 적응적으로 동작할 수 있게 되어 재전송 횟수 및 전송지연을 대폭적으로 줄일 수 있는 효과가 있다.

<65> 또한, 일반적인 하이브리드 타입-II ARQ 프로토콜에 수신단의 오류정도 판별루틴과 송신단의 해당 패리티 생성루틴만을 추가하여 구현가능하므로 기존의 하이브리드 타입-II ARQ 시스템과의 공존성(backward compatibility)을 보장할 수 있고, 이에 따라서 IMT-2000에 사용되는 고속 패킷 데이터 전송시스템인 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)에 적용할 수 있는 이점이 있다.

<66> 또한, 오류정정이 실패한 프레임으로부터 측정된 오류정도를 일반적인 적응적 채널 부호화를 위해서도 이용할 수 있는데, 채널상태가 좋아지거나 나빠지는 상황을 수신단 으로부터 전송되는 NACK 메시지에 부가된 오류정도값의 변화를 모니터

링함으로써 채널변화를 미리 예측하여 송신단에서의 데이터 부호화율을 조절하는 것도 가능하다. 이에 따르면 채널 부호화를 담당하는 계층은 다른 계층에 대하여 독립적으로 동작할 수 있다.

<67> 본 발명에 대해 상기 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명에 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 예를 들면 LDPC 부호 뿐만 아니라, 터보 부호나 길쌈 부호와 같이 소프트 복호를 하는 다른 채널 부호로의 적용 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

- (a) 소정의 초기 부호화율로 채널부호화된 데이터비트와 패리티비트로 이루어지는 데이터 프레임을 송신하는 단계;
- (b) 상기 데이터 프레임을 수신하여 채널복호화하고, 상기 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하는 경우 오류를 정정하는 단계;
- (c) 상기 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하지 않거나, 오류가 정정된 경우 ACK 메시지를 송신단으로 전송하는 단계;
- (d) 상기 채널복호화된 데이터 프레임의 오류가 정정되지 않은 경우 해당 프레임의 오류정도를 측정하고, 측정된 오류정도를 부가한 NACK 메시지를 상기 송신단으로 전송하는 단계;
- (e) 상기 NACK 메시지에 부가된 오류정도에 따라 결정된 패리티 수준에 해당하는 패리티 비트를 채널부호화하여 생성된 패리티 프레임을 재전송하는 단계; 및
- (f) 상기 재전송된 패리티 비트와 오류정정 실패한 데이터 프레임의 데이터비트를 결합하여 채널복호화 및 오류정정을 수행하는 단계를 포함하는 적응적 하이브리드 ARQ 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 (d) 단계에서는 채널부호화를 위한 부호로서 LDPC 부호가 사용된 경우 복호된 데이터 프레임의 각 데이터 비트의 사후확률값을 이용하여 상기 프레임의 오류정도를 측정하는 적응적 하이브리드 ARQ 방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 오류정도는 상기 오류정정 실패한 프레임을 이루는 각 데이터 비트의 사후확률값과 소정의 기준값과의 절대차에 대한 평균값으로 결정되는 적응적 하이브리드 ARQ 방법.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서, 상기 기준값은 0.5 인 적응적 하이브리드 ARQ 방법.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 패리티 수준은 패리티 수와 패리티 부호화율로 이루어지는 적응적 하이브리드 ARQ 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 (e) 단계에서는 상기 오류정도에 따른 패리티 수준을 재전송 성공확률 및 수율을 고려하여 결정하는 적응적 하이브리드 ARQ 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 방법은

- (g) 상기 NACK 메시지에 부가되어 상기 송신단으로 전송되는 오류정도를 소정 시간 동안 모니터링하여 채널환경을 예측하는 단계; 및
- (h) 상기 예측된 채널환경을 고려하여 상기 초기 부호화율을 조정하는 단계를 더 포함하는 적응적 하이브리드 ARQ 방법.

【청구항 8】

- (a) 소정의 초기 부호화율로 채널부호화된 데이터비트와 패리티비트로 이루어지는 데이터 프레임을 송신하는 단계; 및
- (b) 수신단으로부터 전송된 NACK 메시지에 부가된 오류정도에 따라 결정된 패리티 수준에 해당하는 패리티 비트를 채널부호화하여 생성된 패리티 프레임을 재전송하는 단계를 포함하는 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 송신방법.

【청구항 9】

제 8 항에 있어서, 상기 방법은

- (c) 상기 NACK 메시지에 부가되어 상기 송신단으로 전송되는 오류정도를 소정 시간 동안 모니터링하여 채널환경을 예측하는 단계; 및
- (d) 상기 예측된 채널환경을 고려하여 상기 초기 부호화율을 조정하는 단계를 더 포함하는 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 송신방법.

【청구항 10】

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 상기 (b) 단계에서는 상기 오류정도에 따른 패리티 수준을 재전송 성공확률 및 수율을 고려하여 결정하는 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 송신방법.

【청구항 11】

- (a) 송신단으로부터 전송되는 데이터 프레임을 수신하여 채널복호화하고, 상기 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하는 경우 오류를 정정하는 단계;

(b) 상기 채널복호화된 데이터 프레임에 오류가 존재하지 않거나, 오류가 정정된 경우 ACK 메시지를 상기 송신단으로 전송하는 단계;

(c) 상기 채널복호화된 데이터 프레임의 오류가 정정되지 않은 경우 해당 프레임의 오류정도를 측정하고, 측정된 오류정도를 부가한 NACK 메시지를 상기 송신단으로 전송하는 단계; 및

(d) 상기 NACK 메시지에 대응하여 상기 송신단으로부터 재전송된 패리티 비트와 오류정정 실패한 데이터 프레임의 데이터비트를 결합하여 채널복호화 및 오류정정을 수행하는 단계를 포함하는 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 수신방법.

【청구항 12】

제 11 항에 있어서, 상기 (c) 단계에서는 채널부호화를 위한 부호로서 LDPC 부호가 사용된 경우 복호된 데이터 프레임의 각 데이터 비트의 사후확률값을 이용하여 상기 프레임의 오류정도를 측정하는 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 수신방법.

【청구항 13】

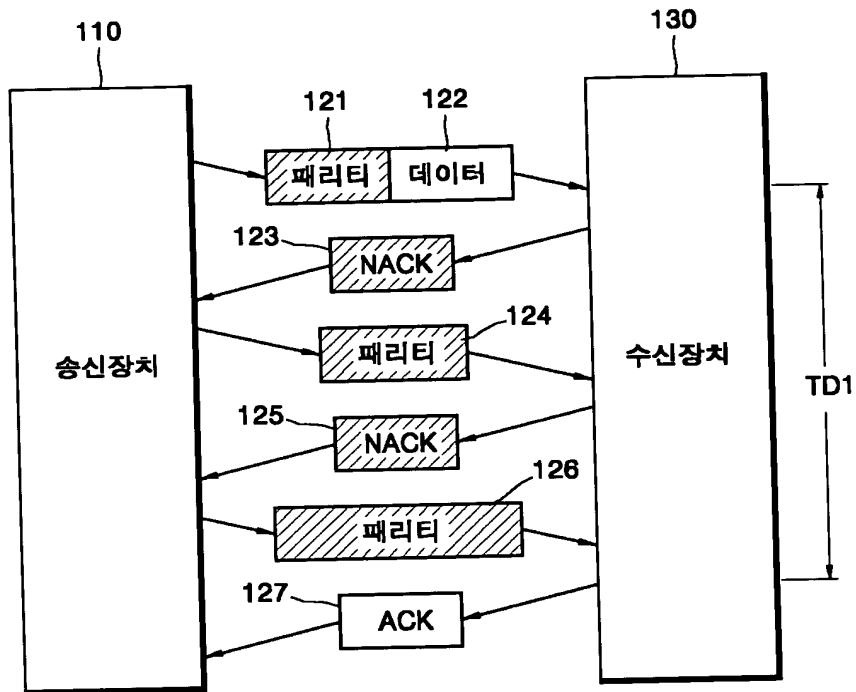
제 12 항에 있어서, 상기 오류정도는 상기 오류정정 실패한 프레임을 이루는 각 데이터 비트의 사후확률값과 소정의 기준값과의 절대차에 대한 평균값으로 결정되는 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 수신방법.

【청구항 14】

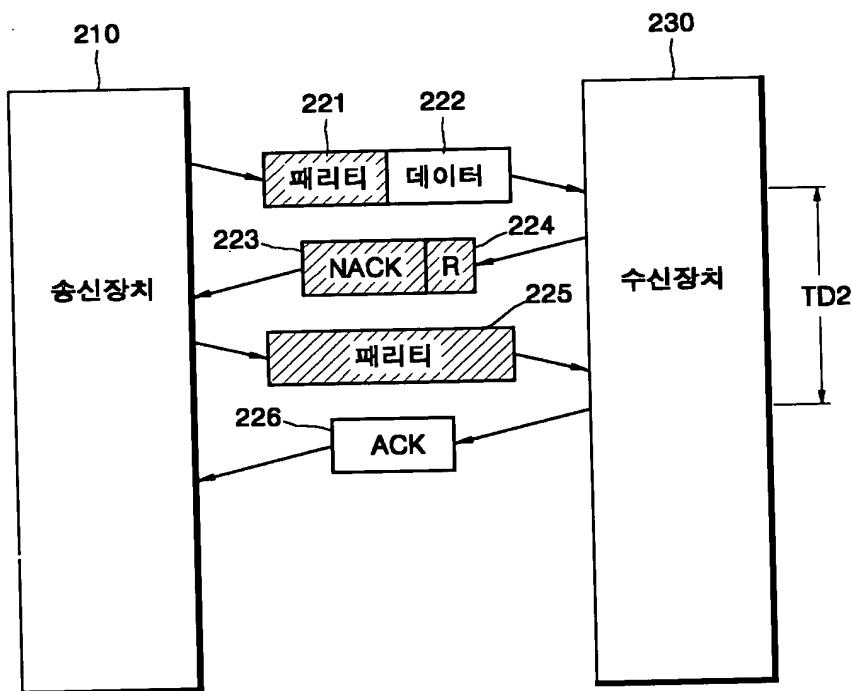
제 13 항에 있어서, 상기 기준값은 0.5 인 적응적 하이브리드 ARQ 시스템에 있어서 데이터 수신방법.

【도면】

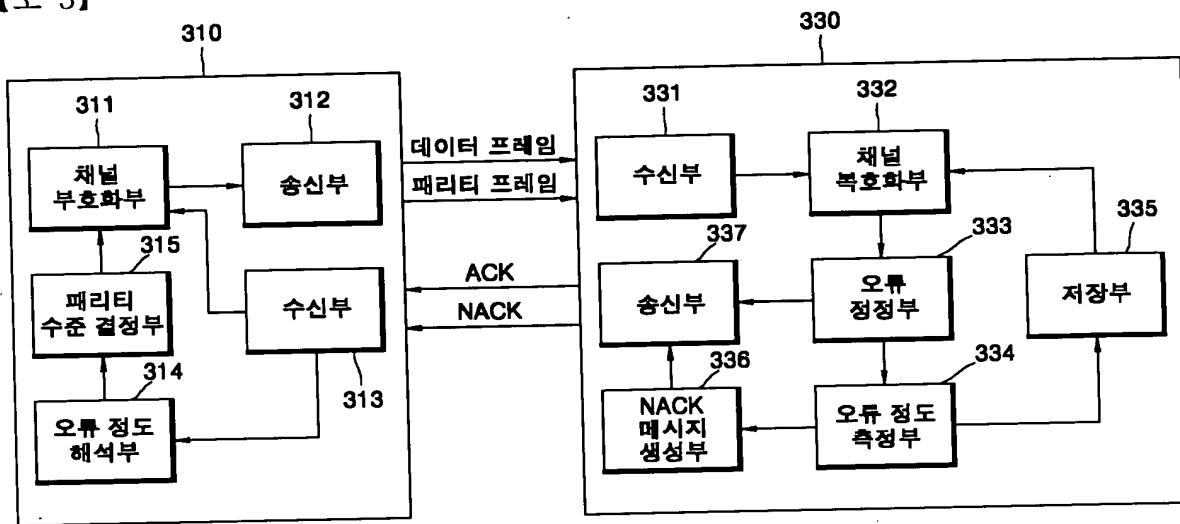
【도 1】



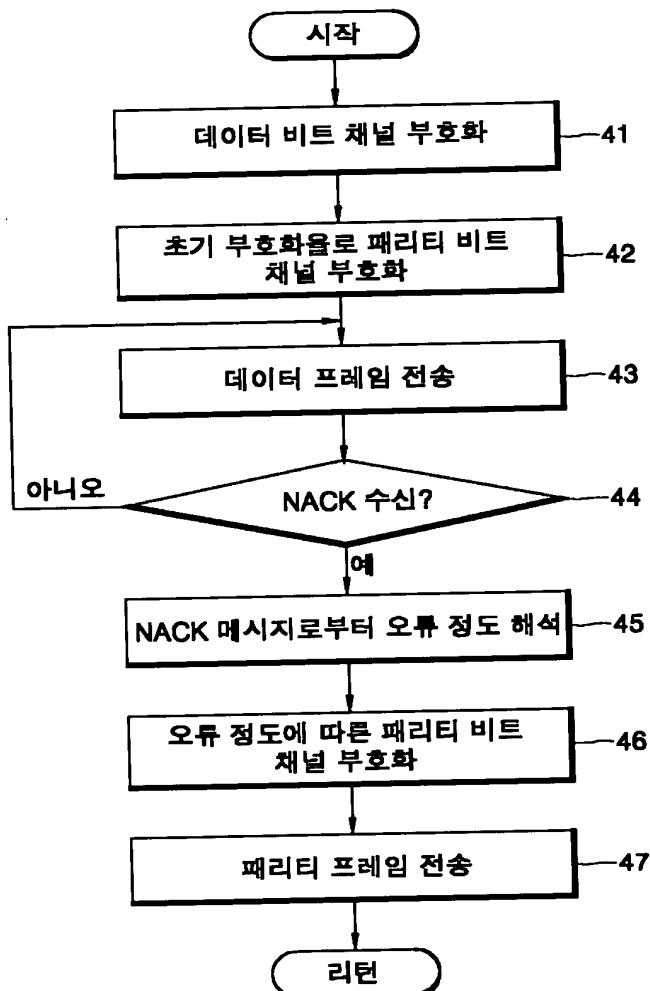
【도 2】



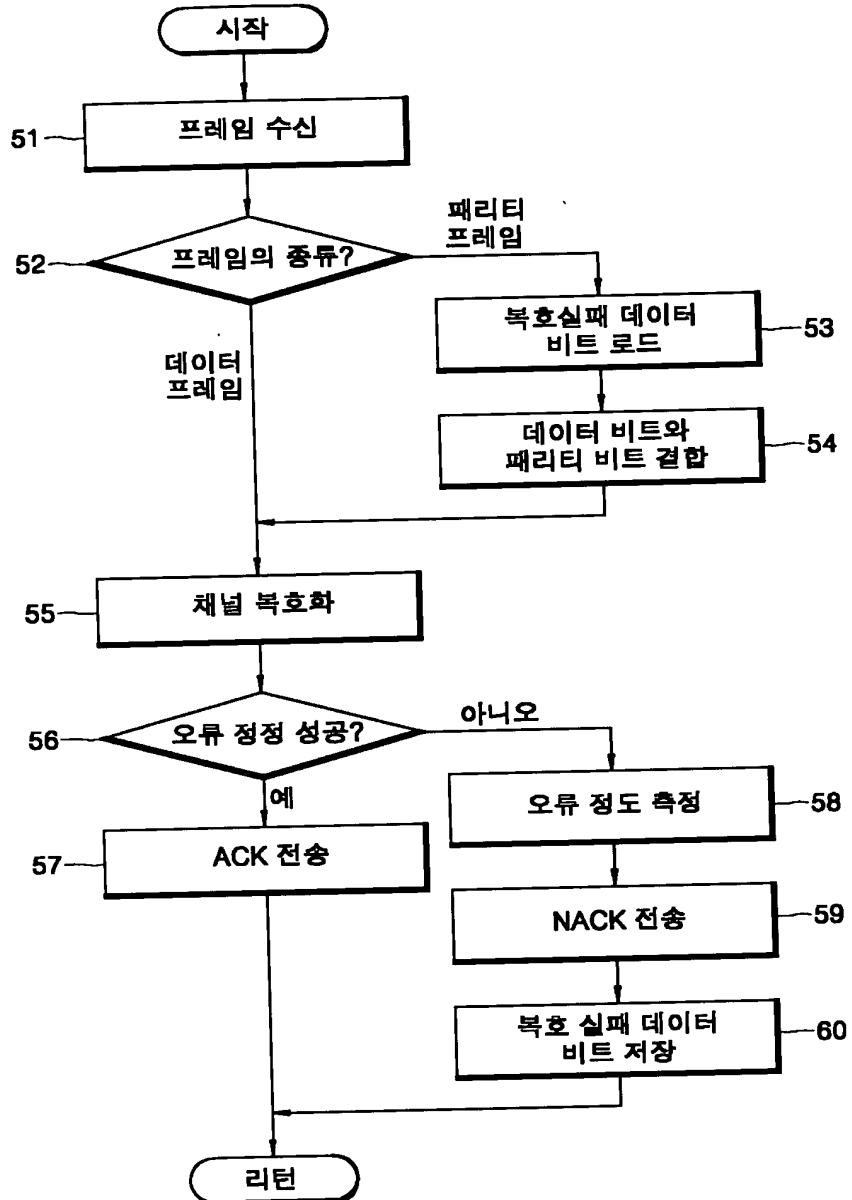
【도 3】



【도 4】

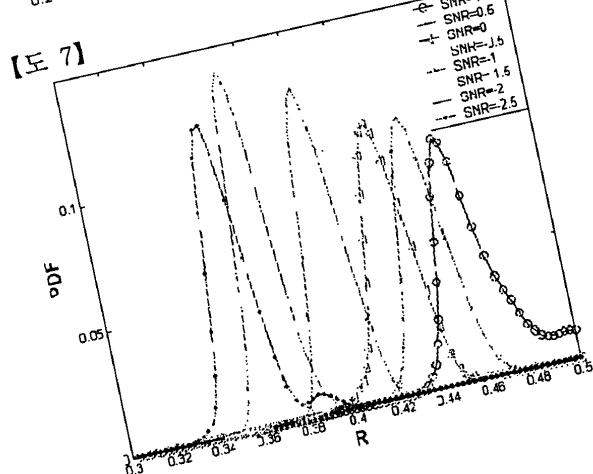
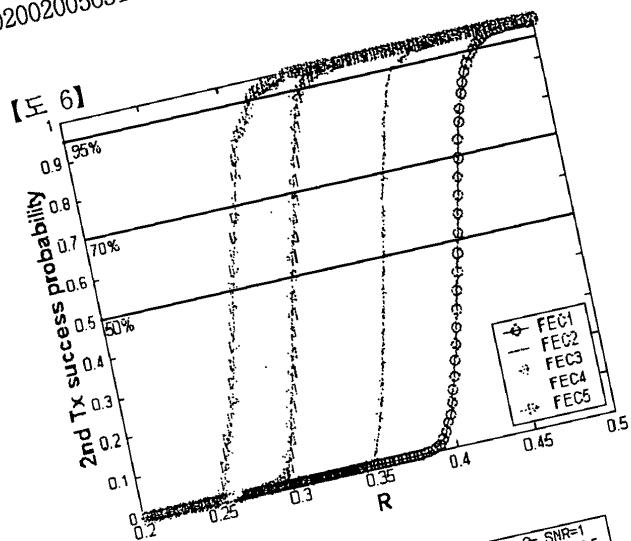


【도 5】



출력 일자: 2003/5/29

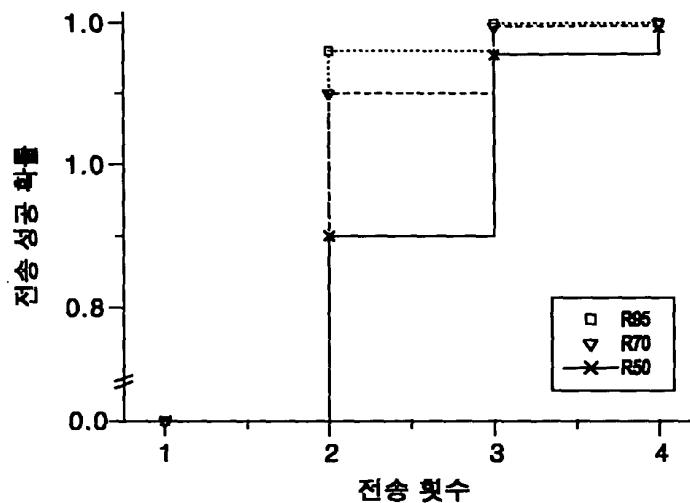
1020020056314



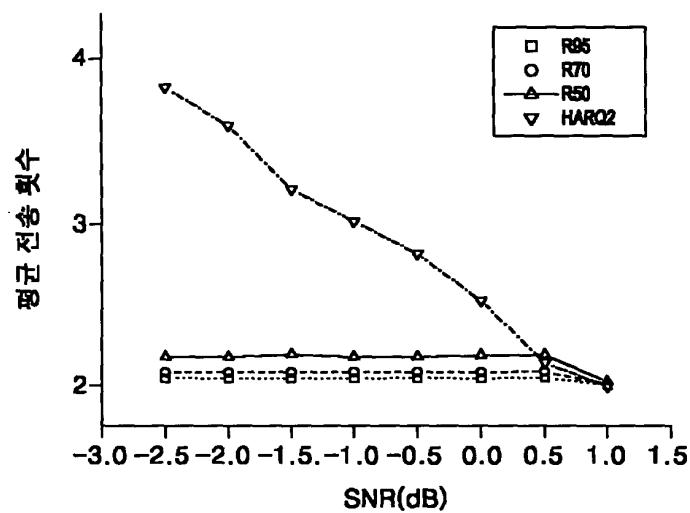
1020020056314

출력 일자: 2003/5/29

【도 8】



【도 9】



【도 10】

